

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 8  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 8 ]

出      願      人                      株式会社アドバンテスト  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    7 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 0 8 0 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 10712

【提出日】 平成14年10月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、及び不良検出方法

【請求項の数】 17

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバンテスト内

    【氏名】 杉浦 隆之

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバンテスト内

    【氏名】 那須野 秀樹

【特許出願人】

    【識別番号】 390005175

    【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

    【識別番号】 100104156

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 龍華 明裕

    【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 053394

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、及び不良検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子ビームを対象物に照射する電子ビーム照射装置であって、  
電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、  
前記電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を検出する複数の反射電子検出器と、  
前記複数の反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる複数の減衰部と、  
前記複数の減衰部の減衰率を変化させた場合の、前記複数の減衰部がそれぞれ減衰させた前記信号値に基づいて、前記複数の反射電子検出器の不良を検出する不良検出部と  
を備えることを特徴とする電子ビーム照射装置。

【請求項 2】 前記複数の反射電子検出器が検出した電子量を電圧にそれぞれ変換し、検出された前記反射電子の電子量を示す信号値を生成する複数の I V 変換器と、

前記複数の I V 変換器が生成した信号値を増幅させる複数の増幅器と  
をさらに備え、

前記不良検出部は、前記複数の反射電子検出器、前記複数の I V 変換器、又は前記複数の増幅器の不良を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項 3】 前記複数の反射電子検出器が正常である場合に、前記複数の反射電子検出器が検出する反射電子の電子量を示す信号値である理想値を格納する理想値格納部をさらに備え、

前記不良検出部は、前記複数の減衰部が減衰させた信号値を、前記理想値格納部が格納する前記理想値と比較することにより、前記複数の反射電子検出器の不良を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項 4】 前記複数の減衰部のうちの第 1 減衰部が減衰させた信号値と、前記複数の減衰部のうちの第 2 減衰部が減衰させた信号値とを加算する減衰信号加算器をさらに備え、

前記第 1 減衰部は、前記複数の反射電子検出器のうちの第 1 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を、前記不良検出部の制御に基づいて第 1 減衰率で減衰させ、

前記第 2 減衰部は、前記複数の反射電子検出器のうちの第 2 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を、前記不良検出部の制御に基づいて第 2 減衰率で減衰させ、

前記減衰信号加算器は、前記第 1 減衰部が前記第 1 減衰率で減衰させた信号値と、前記第 2 減衰部が前記第 2 減衰率で減衰させた信号値とを加算して前記不良検出部に供給し、

前記不良検出部は、前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を変化させることによって、前記第 1 反射電子検出器及び前記第 2 反射電子検出器の少なくとも一方の不良を検出することを特徴とする請求項 3 に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項 5】 前記複数の反射電子検出器がそれぞれ検出した反射電子の電子量を示す信号値を加算する複数の検出信号加算器と、

前記複数の減衰部のうちの第 1 減衰部が減衰させた信号値と、前記複数の減衰部のうちの第 2 減衰部が減衰させた信号値とを加算する減衰信号加算器とをさらに備え、

前記複数の反射電子検出器は、

前記電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器と、

前記電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 3 反射電子検出器及び第 4 反射電子検出器とを有し、

前記複数の検出信号加算器は、

前記第 1 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と前記第 2 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とを加算する第 1 検出

信号加算器と、

前記第 3 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と前記第 4 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とを加算する第 2 検出信号加算器と

を有し、

前記複数の減衰部は、

前記第 1 検出信号加算器が加算した信号値を、第 1 減衰率で減衰させる第 1 減衰部と、

前記第 2 検出信号加算器が加算した信号値を、第 2 減衰率で減衰させる第 2 減衰部と

を有し、

前記減衰信号加算器は、前記第 1 減衰部が前記第 1 減衰率で減衰させた信号値と、前記第 2 減衰部が前記第 2 減衰率で減衰させた信号値とを加算して前記不良検出部に供給し、

前記不良検出部は、前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を変化させることによって、前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器の少なくとも 1 つの不良を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項 6】 前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器が正常であり、前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合に、前記減衰信号加算器が前記不良検出部に供給すべき信号値である理想値を格納する理想値格納部と、

不良検出の判断基準となる所定の許容値を格納する許容値格納部とをさらに備え、

前記不良検出部は、前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を前記所定の減衰率にした場合に前記減衰信号加算器から供給される信号値である第 1 検出信号値が、前記理想値格納部が格納する前記理想値から前記所定の許容値の範囲内にあるか否かを判断し、前記第 1 検出信号値が前記所定の許容値の範囲内ないと判断した場合、前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子

検出器、及び前記第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも 2 つが不良であることを検出することを特徴とする請求項 5 に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項 7】 前記許容値格納部は、前記所定の許容値より小さい他の許容値をさらに格納し、

前記不良検出部は、前記第 1 検出信号値が前記理想値から前記所定の許容値の範囲内にあると判断した場合、さらに前記第 1 減衰率を前記所定の減衰率にし前記第 2 減衰率を前記所定の減衰率より大きい他の減衰率にした場合に前記減衰信号加算器から供給される信号値である第 2 検出信号値、及び前記第 1 減衰率を前記他の減衰率にし前記第 2 減衰率を前記所定の減衰率にした場合に前記減衰信号加算器から供給される信号値である第 3 検出信号値が、前記第 1 検出信号値の半分の値から前記他の許容値の範囲内にあるか否かを判断し、前記第 2 検出信号値及び前記第 3 検出信号値が前記他の許容値の範囲内にあると判断した場合、前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器が正常であることを検出することを特徴とする請求項 6 に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項 8】 前記不良検出部は、前記第 2 検出信号値及び前記第 3 検出信号値のうちの少なくとも一方が前記第 1 検出信号値の半分の値から前記他の許容値の範囲内にないと判断した場合、前記第 2 検出信号値と前記第 3 検出信号値とを比較し、前記第 2 検出信号値の方が小さい場合、前記第 1 反射電子検出器及び前記第 2 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出し、前記第 3 検出信号値の方が小さい場合、前記第 3 反射電子検出器及び前記第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出することを特徴とする請求項 7 に記載の電子ビーム照射装置。

【請求項 9】 反射電子検出器の不良を検出する不良検出方法であって、  
電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を、複数の反射電子検出器により検出する反射電子検出段階と、

前記複数の反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる減衰段階と、

前記減衰段階における減衰率を変化させた場合の、減衰された前記信号値に基

づいて、前記複数の反射電子検出器の不良を検出する不良検出段階とを備えることを特徴とする不良検出方法。

【請求項 1 0】 前記不良検出段階は、前記複数の反射電子検出器が正常である場合に前記複数の反射電子検出器が検出する反射電子の電子量を示す信号値である前記理想値と、前記減衰段階において減衰させた信号値を比較することにより、前記複数の反射電子検出器の不良を検出する段階を有することを特徴とする請求項 9 に記載の不良検出方法。

【請求項 1 1】 前記減衰段階は、  
前記複数の反射電子検出器のうちの第 1 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を第 1 減衰率で減衰させる段階と、

前記複数の反射電子検出器のうちの第 2 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を第 2 減衰率で減衰させる段階とを有し、

前記不良検出段階は、前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を変化させることによって、前記減衰段階において前記第 1 減衰率で減衰させた信号値と前記第 2 減衰率で減衰させた信号値とが加算された信号値に基づいて、前記第 1 反射電子検出器及び前記第 2 反射電子検出器の少なくとも一方の不良を検出することを特徴とする請求項 9 に記載の不良検出方法。

【請求項 1 2】 前記反射電子検出段階は、前記電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器、並びに前記電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 3 反射電子検出器及び第 4 反射電子検出器により反射電子を検出する段階を有し、

前記減衰段階は、

前記第 1 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と前記第 2 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とが加算された信号値を第 1 減衰率で減衰させて第 1 減衰信号値を生成する段階と、

前記第 3 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と前記第 4 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とが加算された信号値を第 2 減衰率で減衰させて第 2 減衰信号値を生成する段階と



を有し、

前記不良検出段階は、前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を変化させることによって、前記減衰段階において生成された前記第 1 減衰信号値と前記第 2 減衰信号値とが加算された信号値に基づいて、前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器の少なくとも 1 つの不良を検出することを特徴とする請求項 9 に記載の不良検出方法。

【請求項 1 3】 前記不良検出段階は、

前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合の前記第 1 減衰信号値と前記第 2 減衰信号値とを加算した信号値である第 1 検出信号値が、前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器が正常であり、前記第 1 減衰率及び前記第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合の、前記第 1 減衰信号値と前記第 2 減衰信号値とが加算された信号値である理想値から前記所定の許容値の範囲内にあるか否かを判断する段階と、

前記第 1 検出信号値が前記所定の許容値の範囲内ないと判断した場合、前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも 2 つが不良であることを検出する段階と

を有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の不良検出方法。

【請求項 1 4】 前記不良検出段階は、

前記第 1 検出信号値が前記理想値から前記所定の許容値の範囲内にあると判断した場合、前記第 1 減衰率を前記所定の減衰率にし前記第 2 減衰率を前記所定の減衰率より大きい他の減衰率にした場合の前記第 1 減衰信号値と前記第 2 減衰信号値とを加算した信号値である第 2 検出信号値、及び前記第 1 減衰率を前記他の減衰率にし前記第 2 減衰率を前記所定の減衰率にした場合の前記第 1 減衰信号値と前記第 2 減衰信号値とを加算した信号値である第 3 検出信号値が、前記第 1 検出信号値の半分の値から前記所定の許容値より小さい他の許容値の範囲内にあるか否かを判断する段階と、

前記第 2 検出信号値及び前記第 3 検出信号値が前記他の許容値の範囲内にある

と判断した場合、前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器が正常であることを検出する段階と

を有することを特徴とする請求項 1 3 に記載の不良検出方法。

【請求項 1 5】 前記前記不良検出段階において前記第 1 反射電子検出器、前記第 2 反射電子検出器、前記第 3 反射電子検出器、及び前記第 4 反射電子検出器が正常であることを検出した場合に、前記第 1 検出信号値を前記理想値として格納する理想値格納段階をさらに備えることを特徴とする請求項 1 4 に記載の不良検出方法。

【請求項 1 6】 前記不良検出段階は、

前記第 2 検出信号値及び前記第 3 検出信号値のうちの少なくとも一方が前記第 1 検出信号値の半分の値から前記他の許容値の範囲内ないと判断した場合、前記第 2 検出信号値と前記第 3 検出信号値とを比較する段階と、

前記第 2 検出信号値の方が小さい場合、前記第 1 反射電子検出器及び前記第 2 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出し、前記第 3 検出信号値の方が小さい場合、前記第 3 反射電子検出器及び前記第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出する段階と  
を有することを特徴とする請求項 1 4 に記載の不良検出方法。

【請求項 1 7】 電子ビームによりウェハにパターンを露光する電子ビーム露光装置であって、

電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、

前記電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を検出する複数の反射電子検出器と、

前記複数の反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる複数の減衰部と、

前記複数の減衰部の減衰率を変化させることによって、前記複数の反射電子検出器の不良を検出する不良検出部と  
を備えることを特徴とする電子ビーム露光装置。

【発明の詳細な説明】

**【 0 0 0 1 】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、及び不良検出方法に関する。特に本発明は、反射電子検出器の不良を検出する電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、及び不良検出方法に関する。

**【 0 0 0 2 】****【従来の技術】**

電子ビーム露光装置は、ウェハ又はウェハステージに形成されたマークに電子ビームが照射されることにより飛散する反射電子を検出する反射電子検出器を備える。電子ビーム露光装置は、反射電子検出器が検出した反射電子の電子量に基づいて、電子ビームの照射位置の校正、ウェハに形成されたパターン幅の測定等を行う。従来の電子ビーム露光装置では、鏡筒の組み立て時に、反射電子検出器に試験機器を直接接続して反射電子検出器の良否判定を行っていた。

**【 0 0 0 3 】****【発明が解決しようとする課題】**

反射電子検出器は、電子レンズや偏向器とともに減圧された鏡筒内に配置されるので、従来のように試験機器を直接接続する方法では、頻繁に定期的な試験を行うことが困難である。さらに、熟練者が作業しなければならないため効率が悪く、工数も掛ってしまう。また、電子ビーム露光装置は、通常複数の反射電子検出器を備え、1つの反射電子検出器が故障しても他の反射電子検出器によりある程度の反射電子を検出することができる。そのため、使用者が反射電子検出器の故障に気づかず、正確に反射電子の電子量を検出することができていない状態で使用しつづけてしまう可能性がある。

**【 0 0 0 4 】**

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、及び不良検出方法を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

**【 0 0 0 5 】**

**【課題を解決するための手段】**

即ち、本発明の第1の形態によると、電子ビームを対象物に照射する電子ビーム照射装置であって、電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を検出する複数の反射電子検出器と、複数の反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる複数の減衰部と、複数の減衰部の減衰率を変化させた場合の、複数の減衰部がそれぞれ減衰させた信号値に基づいて、複数の反射電子検出器の不良を検出する不良検出部とを備える。

**【0006】**

複数の反射電子検出器が検出した電子量を電圧にそれぞれ変換し、検出された反射電子の電子量を示す信号値を生成する複数のI/V変換器と、複数のI/V変換器が生成した信号値を増幅させる複数の増幅器とをさらに備え、不良検出部は、複数の反射電子検出器、複数のI/V変換器、又は複数の増幅器の不良を検出してもよい。

**【0007】**

複数の反射電子検出器が正常である場合に、複数の反射電子検出器が検出する反射電子の電子量を示す信号値である理想値を格納する理想値格納部をさらに備え、不良検出部は、複数の減衰部が減衰させた信号値を、理想値格納部が格納する理想値と比較することにより、複数の反射電子検出器の不良を検出してもよい。

**【0008】**

複数の減衰部のうちの第1減衰部が減衰させた信号値と、複数の減衰部のうちの第2減衰部が減衰させた信号値とを加算する減衰信号加算器をさらに備え、第1減衰部は、複数の反射電子検出器のうちの第1反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を、不良検出部の制御に基づいて第1減衰率で減衰させ、第2減衰部は、複数の反射電子検出器のうちの第2反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を、不良検出部の制御に基づいて第2減衰率で減衰させ、減衰信号加算器は、第1減衰部が第1減衰率で減衰させた信号値と、第2減衰部が第2減衰率で減衰させた信号値とを加算して不良検出部に供給し、

不良検出部は、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を変化させることによって、第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器の少なくとも一方の不良を検出してもよい。

#### 【 0 0 0 9 】

複数の反射電子検出器がそれぞれ検出した反射電子の電子量を示す信号値を加算する複数の検出信号加算器と、複数の減衰部のうちの第 1 減衰部が減衰させた信号値と、複数の減衰部のうちの第 2 減衰部が減衰させた信号値とを加算する減衰信号加算器とをさらに備え、複数の反射電子検出器は、電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器と、電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 3 反射電子検出器及び第 4 反射電子検出器とを有し、複数の検出信号加算器は、第 1 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と第 2 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とを加算する第 1 検出信号加算器と、第 3 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と第 4 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とを加算する第 2 検出信号加算器とを有し、複数の減衰部は、第 1 検出信号加算器が加算した信号値を、第 1 減衰率で減衰させる第 1 減衰部と、第 2 検出信号加算器が加算した信号値を、第 2 減衰率で減衰させる第 2 減衰部とを有し、減衰信号加算器は、第 1 減衰部が第 1 減衰率で減衰させた信号値と、第 2 減衰部が第 2 減衰率で減衰させた信号値とを加算して不良検出部に供給し、不良検出部は、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を変化させることによって、第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器の少なくとも 1 つの不良を検出してもよい。

#### 【 0 0 1 0 】

第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器が正常であり、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合に、減衰信号加算器が不良検出部に供給すべき信号値である理想値を格納する理想値格納部と、不良検出の判断基準となる所定の許容値を格納する許容値格納部とをさらに備え、不良検出部は、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合に減衰信号加算器から供給される信号値である第 1 検出信号値が、理想値格納部が格納する理想値から所定の許容値の範囲内にあるか否かを判断し、第

1 検出信号値が所定の許容値の範囲内ないと判断した場合、第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも 2 つが不良であることを検出してもよい。

#### 【0 0 1 1】

許容値格納部は、所定の許容値より小さい他の許容値をさらに格納し、不良検出部は、第 1 検出信号値が理想値から所定の許容値の範囲内にあると判断した場合、さらに第 1 減衰率を所定の減衰率にし第 2 減衰率を所定の減衰率より大きい他の減衰率にした場合に減衰信号加算器から供給される信号値である第 2 検出信号値、及び第 1 減衰率を他の減衰率にし第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合に減衰信号加算器から供給される信号値である第 3 検出信号値が、第 1 検出信号値の半分の値から他の許容値の範囲内にあるか否かを判断し、第 2 検出信号値及び第 3 検出信号値が他の許容値の範囲内にあると判断した場合、第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器が正常であることを検出してもよい。

#### 【0 0 1 2】

不良検出部は、第 2 検出信号値及び第 3 検出信号値のうちの少なくとも一方が第 1 検出信号値の半分の値から他の許容値の範囲内ないと判断した場合、第 2 検出信号値と第 3 検出信号値とを比較し、第 2 検出信号値の方が小さい場合、第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出し、第 3 検出信号値の方が小さい場合、第 3 反射電子検出器及び第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出してもよい。

#### 【0 0 1 3】

本発明の第 2 の形態によると、反射電子検出器の不良を検出する不良検出方法であって、電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を、複数の反射電子検出器により検出する反射電子検出段階と、複数の反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる減衰段階と、減衰段階における減衰率を変化させた場合の、減衰された信号値に基づいて、複数の反射電子検出器の不良を検出する不良検出段階とを備える。

#### 【0 0 1 4】

不良検出段階は、複数の反射電子検出器が正常である場合に複数の反射電子検出器が検出する反射電子の電子量を示す信号値である理想値と、減衰段階において減衰させた信号値を比較することにより、複数の反射電子検出器の不良を検出する段階を有してもよい。

#### 【0 0 1 5】

減衰段階は、複数の反射電子検出器のうちの第 1 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を第 1 減衰率で減衰させる段階と、複数の反射電子検出器のうちの第 2 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を第 2 減衰率で減衰させる段階とを有し、不良検出段階は、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を変化させることによって、減衰段階において第 1 減衰率で減衰させた信号値と第 2 減衰率で減衰させた信号値とが加算された信号値に基づいて、第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器の少なくとも一方の不良を検出してもよい。

#### 【0 0 1 6】

反射電子検出段階は、電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器、並びに電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられた第 3 反射電子検出器及び第 4 反射電子検出器により反射電子を検出する段階を有し、減衰段階は、第 1 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と第 2 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とが加算された信号値を第 1 減衰率で減衰させて第 1 減衰信号値を生成する段階と、第 3 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値と第 4 反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値とが加算された信号値を第 2 減衰率で減衰させて第 2 減衰信号値を生成する段階とを有し、不良検出段階は、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を変化させることによって、減衰段階において生成された第 1 減衰信号値と第 2 減衰信号値とが加算された信号値に基づいて、第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器の少なくとも 1 つの不良を検出してもよい。

#### 【0 0 1 7】

不良検出段階は、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合の第 1 減衰信号値と第 2 減衰信号値とを加算した信号値である第 1 検出信号値が、第 1

反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器が正常であり、第 1 減衰率及び第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合の、第 1 減衰信号値と第 2 減衰信号値とが加算された信号値である理想値から所定の許容値の範囲内にあるか否かを判断する段階と、第 1 検出信号値が所定の許容値の範囲内にないと判断した場合、第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも 2 つが不良であることを検出する段階とを有してもよい。

#### 【0 0 1 8】

不良検出段階は、第 1 検出信号値が理想値から所定の許容値の範囲内にあると判断した場合、第 1 減衰率を所定の減衰率にし第 2 減衰率を所定の減衰率より大きい他の減衰率にした場合の第 1 減衰信号値と第 2 減衰信号値とを加算した信号値である第 2 検出信号値、及び第 1 減衰率を他の減衰率にし第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合の第 1 減衰信号値と第 2 減衰信号値とを加算した信号値である第 3 検出信号値が、第 1 検出信号値の半分の値から所定の許容値より小さい他の許容値の範囲内にあるか否かを判断する段階と、第 2 検出信号値及び第 3 検出信号値が他の許容値の範囲内にあると判断した場合、第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器が正常であることを検出する段階とを有してもよい。

#### 【0 0 1 9】

不良検出段階において第 1 反射電子検出器、第 2 反射電子検出器、第 3 反射電子検出器、及び第 4 反射電子検出器が正常であることを検出した場合に、第 1 検出信号値を理想値として格納する理想値格納段階をさらに備えてもよい。

#### 【0 0 2 0】

不良検出段階は、第 2 検出信号値及び第 3 検出信号値のうちの少なくとも一方が第 1 検出信号値の半分の値から他の許容値の範囲内にないと判断した場合、第 2 検出信号値と第 3 検出信号値とを比較する段階と、第 2 検出信号値の方が小さい場合、第 1 反射電子検出器及び第 2 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出し、第 3 検出信号値の方が小さい場合、第 3 反射電子検出器及び第 4 反射電子検出器のうちの少なくとも一方が不良であることを検出する



段階とを有してもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

本発明の第 3 の形態によると、電子ビームによりウェハにパターンを露光する電子ビーム露光装置であって、電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を検出する複数の反射電子検出器と、複数の反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる複数の減衰部と、複数の減衰部の減衰率を変化させることによって、複数の反射電子検出器の不良を検出する不良検出部とを備える。

#### 【 0 0 2 2 】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

#### 【 0 0 2 3 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

#### 【 0 0 2 4 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置 1 0 0 の構成の一例を示す。電子ビーム露光装置 1 0 0 は、電子ビームによりウェハ 4 8 に所定の露光処理を施すための露光部 1 5 0 と、露光部 1 5 0 の各構成の動作を制御する制御系 1 4 0 を備える。

#### 【 0 0 2 5 】

露光部 1 5 0 は、鏡筒 1 0 内部に、所定の電子ビームを照射する電子ビーム照射系 1 1 0 と、電子ビーム照射系 1 1 0 から照射された電子ビームを偏向するとともに、電子ビームのマスク 2 4 近傍における結像位置を調整するマスク用投影系 1 1 2 と、マスク 2 4 を通過した電子ビームのウェハ 4 8 近傍における結像位置を調整する焦点調整レンズ系 1 1 4 と、マスク 2 4 を通過した電子ビームをウェハステージ 4 6 に載置されたウェハ 4 8 の所定の領域に偏向するとともに、ウェハ 4 8 に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系

116を含む電子光学系を備える。

【0026】

また、露光部150は、ウェハ48に露光すべきパターンがそれぞれ形成された複数の開口パターンを有するマスク24と、マスク24を載置するマスクステージ56と、マスクステージ56を駆動するマスクステージ駆動部52と、ウェハ48が載置されるウェハステージ46と、ウェハステージ46を駆動するウェハステージ駆動部54と、ウェハステージ46側から飛散する電子を検出して、飛散した電子量に対応する電気信号を出力する複数の反射電子検出器44を有する電子検出部45とを備える。反射電子検出器44は、例えばピンダイオードである。

【0027】

電子ビーム照射系110は、電子ビームを発生させる電子ビーム発生部の一例である電子銃12と、電子銃12が発生した電子ビームの焦点位置を定める第1電子レンズ14と、電子ビームを通過させる矩形形状の開口（スリット）が形成されたスリット部16とを有する。なお、図1において、電子ビーム照射系110から照射された電子ビームが、電子光学系により偏向されない場合の電子ビームの光軸を、一点鎖線Aで示す。

【0028】

マスク用投影系112は、電子ビームを偏向するマスク用偏向系としての偏向器18と、電子ビームの焦点を調整するマスク用焦点系としての第2電子レンズ20とを有する。偏向器18は、電子ビームをマスク24上の所定の領域に略垂直に照射する偏向を行う。第2電子レンズ20は、スリット部16の開口の像をマスク24上に結像させる機能を有する。焦点調整レンズ系114は、第3電子レンズ22及び第4電子レンズ26を有する。第3電子レンズ22及び第4電子レンズ26は、マスク24通過前後の電子ビームの結像条件を調整する。

【0029】

ウェハ用投影系116は、第5電子レンズ30、第6電子レンズ32、第7電子レンズ36、第8電子レンズ38、主偏向器40、副偏向器42、ブランキング電極28、及びラウンドアパーチャ部34を有する。第5電子レンズ30は、

マスク 24 の所定の開口パターンを通過した電子ビームのパターン像の回転量を調整する。第 6 電子レンズ 32 及び第 7 電子レンズ 36 は、マスク 24 の開口パターンに対する、ウェハ 48 に転写されるパターン像の縮小率を調整する。第 8 電子レンズ 38 は、対物レンズとして機能する。主偏向器 40 及び副偏向器 42 は、ウェハ 48 上の所定の領域に電子ビームが照射されるように電子ビームを偏向する。

#### 【0030】

ラウンドアパーチャ部 34 は、円形の開口（ラウンドアパーチャ）を有する。ブランキング電極 28 は、ラウンドアパーチャの外側に当たるように電子ビームを偏向することにより、ラウンドアパーチャ部 34 の下流に電子ビームが進行することを防ぐ。電子銃 12 は、露光処理期間において常に電子ビームを発生するので、ブランキング電極 28 は、ウェハ 48 に転写するパターンを変更するとき、又はパターンを露光するウェハ 48 の領域を変更するときに、ラウンドアパーチャ部 34 から下流に電子ビームが進行しないように電子ビームを偏向することが望ましい。

#### 【0031】

制御系 140 は、統括制御部 130 及び個別制御部 120 を備える。個別制御部 120 は、偏向制御部 80、マスクステージ制御部 84、ブランキング電極制御部 86、電子レンズ制御部 88、反射電子処理部 90、及びウェハステージ制御部 92 を有する。

#### 【0032】

偏向制御部 80 は、偏向器 18、主偏向器 40、及び副偏向器 42 を制御する。マスクステージ制御部 84 は、マスクステージ駆動部 52 を制御して、マスクステージ 56 を移動させる。ブランキング電極制御部 86 は、ブランキング電極 28 を制御する。ブランキング電極制御部 86 は、露光時には電子ビームをウェハ 48 に照射させ、露光時以外には電子ビームをウェハ 48 に到達させないようにブランキング電極 28 を制御する。電子レンズ制御部 88 は、第 1 電子レンズ 14、第 2 電子レンズ 20、第 3 電子レンズ 22、第 4 電子レンズ 26、第 5 電子レンズ 30、第 6 電子レンズ 32、第 7 電子レンズ 36、及び第 8 電子レンズ

38に供給する電力を制御する。反射電子処理部90は、反射電子検出器44により出力された電気信号を増幅して統括制御部130に供給する。ウェハステージ制御部92は、ウェハステージ駆動部54によりウェハステージ46を所定の位置に移動させる。

#### 【0033】

統括制御部130は、例えばワークステーションであって、個別制御部120に含まれる各制御部を統括制御する。また、統括制御部130は、反射電子処理部90から取得した電気信号に基づいて、反射電子検出器44の不良を検出する。

#### 【0034】

なお、電子ビーム露光装置100は、可変矩形ビームにより、ウェハ48にパターンを露光する可変矩形露光装置であってもよい。また、複数の電子ビームにより、ウェハ48にパターンを露光するマルチビーム露光装置であってもよい。また、電子ビーム露光装置100は、本発明の電子ビーム照射装置の一例であり、ウェハステージ46及びウェハ48は、それぞれ本発明のステージ及び対象物の一例である。また、本発明の電子ビーム照射装置は、電子ビーム露光装置の他、電子顕微鏡、電子ビームテスト等であってもよい。

#### 【0035】

図2は、電子検出部45、反射電子処理部90、及び統括制御部130の構成の一例を示す。電子検出部45は、複数の反射電子検出器44xa、44ya、44xb、及び44ybを有する。統括制御部130は、不良検出部132、理想値格納部134、及び許容値格納部136を有する。反射電子処理部90は、プリアンプ部94及びビデオボードアンプ部96を有する。プリアンプ部94は、複数のIV変換器200xa、200ya、200xb、及び200ybと、複数の加算器202x及び202yと、複数の増幅器204x及び204yとを含む。加算器202x及び202yは、本発明の検出信号加算器の一例である。ビデオボードアンプ部96は、複数の減衰部206x及び206yと、加算器208と、信号処理部210とを含む。加算器208は、本発明の減衰信号加算器の一例である。なお、減衰部206x及び206yは、入力された信号を実質的に

小さくして出力する減衰器であってもよいし、入力された信号を実質的に大きくして出力する増幅器であってもよい。

#### 【0036】

反射電子検出器 44 x a、44 y a、44 x b、及び 44 y b は、ウェハステージ 46 又はウェハ 48 に形成されたマークに電子ビームが照射されることにより発生する反射電子を検出する。このとき、反射電子検出器 44 x a、44 y a、44 x b、及び 44 y b が正常である場合に、単位時間当りの反射電子の検出量が略均等になりように、電子ビームをマークに照射することが好ましい。反射電子検出器 44 x a、44 y a、44 x b、及び 44 y b は、電子ビームをマークの略中心に照射させることにより発生する反射電子を検出してもよい。

#### 【0037】

反射電子検出器 44 x a と反射電子検出器 44 x b とは、電子ビームの光軸 A に対して対向する位置に設けられる。反射電子検出器 44 y a と反射電子検出器 44 y b とは、電子ビームの光軸に対して対向する位置に設けられる。また、反射電子検出器 44 x a から反射電子検出器 44 x b へ方向と、反射電子検出器 44 y a から反射電子検出器 44 y b へ方向とは、略垂直であることが好ましい。即ち、反射電子検出器 44 x a 及び 44 x b は、x 方向に飛散する反射電子を検出し、反射電子検出器 44 y a 及び 44 y b は、y 方向に飛散する反射電子を検出する。

#### 【0038】

複数の I V 変換器 200 x a、200 x b、200 y a、及び 200 y b は、複数の反射電子検出器 44 x a、44 x b、44 y a、及び 44 y b が検出した電子量を電圧にそれぞれ変換し、検出された反射電子の電子量を示す信号値を生成する。

#### 【0039】

加算器 202 x は、複数の反射電子検出器 44 x a 及び 44 x b がそれぞれ検出した反射電子の電子量を示す信号値を I V 変換器 200 x a 及び 200 x b からそれぞれ取得する。そして、加算器 202 x は、反射電子検出器 44 x a が検出した反射電子の電子量を示す信号値と、反射電子検出器 44 x b が検出した反

射電子の電子量を示す信号値とを加算する。また、加算器 2 0 2 y は、複数の反射電子検出器 4 4 y a 及び 4 4 y b がそれぞれ検出した反射電子の電子量を示す信号値を I V 変換器 2 0 0 y a 及び 2 0 0 y b からそれぞれ取得する。そして、加算器 2 0 2 y は、反射電子検出器 4 4 y a が検出した反射電子の電子量を示す信号値と、反射電子検出器 4 4 y b が検出した反射電子の電子量を示す信号値とを加算する。即ち、加算器 2 0 2 x は、電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子のうち、x 方向に飛散する反射電子の電子量を示す信号値を生成し、加算器 2 0 2 y は、電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子のうち、y 方向に飛散する反射電子の電子量を示す信号値を生成する。

#### 【 0 0 4 0 】

複数の増幅器 2 0 4 x 及び 2 0 4 y は、I V 変換器 2 0 0 x a、2 0 0 x b、2 0 0 y a、及び 2 0 0 y b が生成した信号値を増幅させる。増幅器 2 0 4 x は、I V 変換器 2 0 0 x a が生成した信号値と I V 変換器 2 0 0 x b が生成した信号値とが加算器 2 0 2 x によって加算されて生成された信号値を増幅させる。また、増幅器 2 0 4 y は、I V 変換器 2 0 0 y a が生成した信号値と I V 変換器 2 0 0 y b が生成した信号値とが加算器 2 0 2 y によって加算されて生成された信号値を増幅させる。

#### 【 0 0 4 1 】

複数の減衰部 2 0 6 x 及び 2 0 6 y は、複数の増幅器 2 0 4 x 及び 2 0 4 y がそれぞれ増幅した信号値を減衰させる。即ち、複数の減衰部 2 0 6 x 及び 2 0 6 y は、複数の反射電子検出器 4 4 x a、4 4 x b、4 4 y a、及び 4 4 y b が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる。減衰部 2 0 6 x は、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b のうちの少なくとも 1 つが検出した反射電子の電子量を示す信号値を不良検出部 1 3 2 の制御に基づいて第 1 減衰率で減衰させる。減衰部 2 0 6 y は、反射電子検出器 4 4 y a 及び 4 4 y b のうちの少なくとも 1 つが検出した反射電子の電子量を示す信号値を不良検出部 1 3 2 の制御に基づいて第 2 減衰率で減衰させる。

#### 【 0 0 4 2 】

加算器 208 は、減衰部 206 x が第 1 減衰率で減衰させた信号値と、減衰部 206 y が第 2 減衰率で減衰させた信号値とを加算して、信号処理部 210 を介して不良検出部 132 に供給する。信号処理部 210 は、加算器 208 から取得した信号値に所定の信号処理を施す。具体的には、信号処理部 210 は、ゲイン調整部、オフセット調整部、ノイズフィルタ部等を有する。ゲイン調整部は、減衰部 206 x 及び 206 y が出力して加算器 208 により加算された信号をマークの形状に合った適切なゲイン増幅する。オフセット調整部は、減衰部 206 x 及び 206 y が出力して加算器 208 により加算された信号にオフセットを加算し、不良検出部 132 の入力信号として適切な信号にシフトさせる。ノイズフィルタは、減衰部 206 x 及び 206 y が出力して加算器 208 により加算された信号の周波数帯域を制限して高域ノイズを除去する。

#### 【0043】

不良検出部 132 は、複数の減衰部 206 x 及び 206 y の減衰率を変化させた場合の、複数の減衰部 206 x 及び 206 y がそれぞれ減衰させた信号値に基づいて、複数の反射電子検出器 44 x a、44 x b、44 y a、及び 44 y b の不良を検出する。不良検出部 132 は、減衰部 206 x の減衰率である第 1 減衰率と、減衰部 206 y の減衰率である第 2 減衰率とをそれぞれ変化させることによって、複数の反射電子検出器 44 x a、44 x b、44 y a、及び 44 y b の少なくとも 1 つの不良を検出する。また、不良検出部 132 は、複数の減衰部 206 x 及び 206 y がそれぞれ減衰させた信号値に基づいて、複数の I V 変換器 200 x a、200 x b、200 y a、及び 200 y b、又は複数の増幅器 204 x 及び 204 y の不良を検出してもよい。

#### 【0044】

理想値格納部 134 は、複数の反射電子検出器 44 x a、44 x b、44 y a、及び 44 y b が検出する反射電子の電子量を示す信号値である理想値を格納する。具体的には、複数の反射電子検出器 44 x a、44 x b、44 y a、及び 44 y b が正常であり、減衰部 206 x の第 1 減衰率及び減衰部 206 y の第 2 減衰部を所定の減衰率にした場合に、加算器 208 が不良検出部に供給すべき信号値である理想値を格納する。不良検出部 132 は、複数の減衰部 206 x 及び 2

06yが減衰させて加算器208が加算した信号値を、理想値格納部134が格納する理想値と比較することにより、複数の反射電子検出器44xa、44xb、44ya、及び44ybの不良を検出する。

#### 【0045】

許容値格納部136は、複数の反射電子検出器44xa、44xb、44ya、及び44ybの不良検出の判断基準となる許容値 $\alpha_1$ 及び $\alpha_2$ を格納する。不良検出部132は、理想値格納部134が格納する理想値と、許容値格納部136が格納する許容値とに基づいて、複数の反射電子検出器44xa、44xb、44ya、及び44ybの不良を検出する。

#### 【0046】

図3及び図4は、不良検出部132の検出結果の一例を示す。図3は、反射電子検出器44xa、44xb、44ya、及び44ybが正常である場合の不良検出部132が取得する信号値を示す。図4は、反射電子検出器44xa又は44xbが不良であり、他の反射電子検出器が正常である場合の不良検出部132が取得する信号値を示す。また、図2に示した反射電子検出器44xa、44xb、44ya、及び44yb以外の各構成要素は正常であり、各構成要素を接続する配線にも障害がない場合である。

#### 【0047】

図3(a)、(b)、及び(c)、並びに図4(a)、(b)、及び(c)のそれぞれにおいて上段に示した原波形は、不良検出部132が実際に取得した信号の波形であり、下段に示した原波形積算は、不良検出部132が複数回取得した原波形を加算した波形である。原波形は振幅が小さいため、不良検出部132は、原波形積算の振幅の信号値を用いて不良検出を行うことが好ましい。本例においては、原波形を8回取得して加算した波形を原波形積算とする。なお、所定の減衰率は、減衰部206x及び206yによる最大の減衰率であってもよく、他の減衰率は、減衰部206x及び206yによる減衰が最小の減衰率、即ち零であってもよい。

#### 【0048】

図3(a)は、減衰部206xの第1減衰率及び減衰部206yの第2減衰率



を所定の減衰率にした場合に不良検出部 1 3 2 が取得する信号値を示す。図 3 (a) に示すように、反射電子検出器 4 4 x a、4 4 x b、4 4 y a、及び 4 4 y b が正常であり、減衰部 2 0 6 x の第 1 減衰率及び減衰部 2 0 6 y の第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合、不良検出部 1 3 2 は、信号値  $B_1$  の波形を取得する。

#### 【0 0 4 9】

図 3 (b) は、減衰部 2 0 6 x の第 1 減衰率を所定の減衰率にし、減衰部 2 0 6 y の第 2 減衰率を他の減衰率にした場合に不良検出部 1 3 2 が取得する信号値を示す。図 3 (b) に示すように、反射電子検出器 4 4 x a、4 4 x b、4 4 y a、及び 4 4 y b が正常であり、第 1 減衰率を所定の減衰率にし第 2 減衰率を他の減衰率にした場合、不良検出部 1 3 2 は、信号値  $B_2$  の波形を取得する。信号値  $B_2$  は、図 3 (a) に示した信号値  $B_1$  の約  $1/2$  である。即ち、減衰部 2 0 6 y は、反射電子検出器 4 4 y a 及び 4 4 y b が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰し、不良検出部 1 3 2 は、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b が検出した反射電子の電子量を示す信号値を取得する。

#### 【0 0 5 0】

図 3 (c) は、減衰部 2 0 6 x の第 1 減衰率を他の減衰率にし、減衰部 2 0 6 y の第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合に不良検出部 1 3 2 が取得する信号値を示す。図 3 (c) に示すように、反射電子検出器 4 4 x a、4 4 x b、4 4 y a、及び 4 4 y b が正常であり、第 1 減衰率を他の減衰率にし第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合、不良検出部 1 3 2 は、信号値  $B_3$  の波形を取得する。信号値  $B_3$  は、図 3 (a) に示した信号値  $B_1$  の約  $1/2$ 、つまり図 3 (b) に示した信号値  $B_2$  と略同一ある。即ち、減衰部 2 0 6 x は、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰し、不良検出部 1 3 2 は、反射電子検出器 4 4 y a 及び 4 4 y b が検出した反射電子の電子量を示す信号値を取得する。

#### 【0 0 5 1】

図 4 (a) は、減衰部 2 0 6 x の第 1 減衰率及び減衰部 2 0 6 y の第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合に不良検出部 1 3 2 が取得する信号値を示す。図 4 (

a) に示すように、反射電子検出器 4 4 x a 又は 4 4 x b が不良であり、他の反射電子検出器が正常であり、減衰部 2 0 6 x の第 1 減衰率及び減衰部 2 0 6 y の第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合、不良検出部 1 3 2 は、信号値 B<sub>4</sub> の波形を取得する。信号値 B<sub>4</sub> は、図 3 (a) に示した信号値 B<sub>1</sub> の約 3 / 4 である。即ち、反射電子検出器 4 4 x a 又は 4 4 x b が不良であるので、不良検出部 1 3 2 は、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b の一方、並びに反射電子検出器 4 4 y a 及び 4 4 y b が検出した反射電子の電子量を示す信号値を取得する。

#### 【 0 0 5 2 】

図 4 (b) は、減衰部 2 0 6 x の第 1 減衰率を所定の減衰率にし、減衰部 2 0 6 y の第 2 減衰率を他の減衰率にした場合に不良検出部 1 3 2 が取得する信号値を示す。図 4 (b) に示すように、反射電子検出器 4 4 x a 又は 4 4 x b が不良であり、他の反射電子検出器が正常であり、第 1 減衰率を所定の減衰率にし第 2 減衰率を他の減衰率にした場合、不良検出部 1 3 2 は、信号値 B<sub>5</sub> の波形を取得する。信号値 B<sub>5</sub> は、図 4 (a) に示した信号値 B<sub>4</sub> の約 1 / 3 である。即ち、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b の一方は不良であるので反射電子を検出せず、減衰部 2 0 6 y は、反射電子検出器 4 4 y a 及び 4 4 y b が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰し、不良検出部 1 3 2 は、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b の他方が検出した反射電子の電子量を示す信号値を取得する。

#### 【 0 0 5 3 】

図 4 (c) は、減衰部 2 0 6 x の第 1 減衰率を他の減衰率にし、減衰部 2 0 6 y の第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合に不良検出部 1 3 2 が取得する信号値を示す。図 4 (c) に示すように、反射電子検出器 4 4 x a 又は 4 4 x b が不良であり、他の反射電子検出器が正常であり、第 1 減衰率を他の減衰率にし第 2 減衰率を所定の減衰率にした場合、不良検出部 1 3 2 は、信号値 B<sub>6</sub> の波形を取得する。信号値 B<sub>6</sub> は、図 4 (a) に示した信号値 B<sub>4</sub> の約 2 / 3、つまり図 4 (b) に示した信号値 B<sub>5</sub> の約 2 倍である。即ち、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b の一方は不良であるので反射電子を検出せず、減衰部 2 0 6 x は、反射電子検出器 4 4 x a 及び 4 4 x b の他方が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰し、不良検出部 1 3 2 は、反射電子検出器 4 4 y a 及び 4 4 y b が検出し

た反射電子の電子量を示す信号値を取得する。

#### 【0054】

図3及び図4に示したように、不良検出部132は、減衰部206x及び206yによる減衰率を変化させ、減衰率の変化させた場合に取得する信号値の違いに基づいて、反射電子検出器44xa、44xb、44ya、及び44ybの少なくとも1つの不良を検出することができる。

#### 【0055】

図5は、反射電子検出器の不良検出方法の一例のフローを示す。まず、電子ビームをマークに照射させる(S100)。そして、反射電子検出器44xa、44xb、44ya、及び44ybは、電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を検出する(S102)。

#### 【0056】

次に、不良検出部132は、第1減衰率及び第2減衰率を所定の減衰率に設定する(S104)。そして、減衰部206xは、反射電子検出器44xa及び44xbが検出した反射電子の電子量を示す信号を所定の減衰率で減衰させ、反射電子検出器206yは、反射電子検出器44ya及び44ybが検出した反射電子の電子量を示す信号を所定の減衰率で減衰させる。そして、不良検出部132は、S104の場合に信号処理部210を介して加算器208から供給される信号値、即ち減衰部206xにより所定の減衰率で減衰された信号値と、減衰部206yにより所定の減衰率で減衰された信号値とが加算された信号値である第1検出信号値を保持する(S106)。

#### 【0057】

次に、不良検出部132は、第1減衰率を所定の減衰率に、第2減衰率を他の減衰率に設定する(S108)。そして、減衰部206xは、反射電子検出器44xa及び44xbが検出した反射電子の電子量を示す信号を所定の減衰率で減衰させ、減衰部206yは、反射電子検出器44ya及び44ybが検出した反射電子の電子量を示す信号を他の減衰率で減衰させる。そして、不良検出部132は、S108の場合に信号処理部210を介して加算器208から供給される信号値、即ち減衰部206xにより所定の減衰率で減衰された信号値と、減衰部

206 yにより他の減衰率で減衰された信号値とが加算された信号値である第2検出信号値を保持する(S110)。

#### 【0058】

次に、不良検出部132は、第1減衰率を他の減衰率に、第2減衰率を所定の減衰率に設定する(S112)。減衰部206 xは、反射電子検出器44 x a及び44 x bが検出した反射電子の電子量を示す信号を他の減衰率で減衰させ、減衰部206 yは、反射電子検出器44 y a及び44 y bが検出した反射電子の電子量を示す信号を所定の減衰率で減衰させる。不良検出部132は、S112の場合に信号処理部210を介して加算器208から供給される信号値、即ち減衰部206 xにより他の減衰率で減衰された信号値と、減衰部206 yにより所定の減衰率で減衰された信号値とが加算された信号値である第3検出信号値を保持する(S114)。

#### 【0059】

次に、不良検出部132は、S106において保持した第1検出信号値が、理想値格納部134が格納する理想値から、許容値格納部136が格納する許容値 $\alpha_1$ の範囲内にあるか否かを判断する(S116)。S116において第1検出信号値が理想値から許容値 $\alpha_1$ の範囲内ないと判断した場合、不良検出部132は、反射電子検出器44 x a、44 x b、44 y a、及び44 y bのうちの少なくとも2つが不良であることを検出する(S118)。

#### 【0060】

S116において第1検出信号値が理想値から許容値 $\alpha_1$ の範囲内にあると判断した場合、不良検出部132は、S110において保持した第2検出信号値及びS114において保持した第3検出信号値が、第1検出信号値の半分の値から許容値 $\alpha_1$ より小さい許容値 $\alpha_2$ の範囲内にあるか否かを判断する(S120)。S120において第2検出信号値及び第3検出信号値が第1検出信号値の半分の値から許容値 $\alpha_2$ の範囲内にあると判断した場合、不良検出部132は、反射電子検出器44 x a、44 x b、44 y a、及び44 y bが正常であることを検出する(S122)。そして、不良検出部132が反射電子検出器44 x a、44 x b、44 y a、及び44 y bが正常であることを検出した場合、理想値格納

部 134 は、S106 において保持した第 1 検出信号値を理想値として格納する (S123)。

#### 【0061】

S120 において第 2 検出信号値及び第 3 検出信号値が第 1 検出信号値の半分の値から許容値  $\alpha_2$  の範囲内にないと判断した場合、不良検出部 132 は、S110 において保持した第 2 検出信号値と、S114 において保持した第 3 検出信号値とを比較する (S124)。S124 において第 2 検出信号値の方が小さいと判断した場合、反射電子検出器 44x a 及び 44x b の少なくとも一方が不良であることを検出する (S126)。また、S124 において第 2 検出信号値の方が小さいと判断した場合、不良検出部 132 は、I V 変換器 200x a 及び 200x b、加算器 202x、並びに増幅器 204x のうちの少なくとも 1 つが不良であることを検出してもよい。S124 において第 3 検出信号値の方が小さいと判断した場合、反射電子検出器 44y a 及び 44y b の少なくとも一方が不良であることを検出する (S128)。また、S124 において第 3 検出信号値の方が小さいと判断した場合、不良検出部 132 は、I V 変換器 200y a 及び 200y b、加算器 202y、並びに増幅器 204y のうちの少なくとも 1 つが不良であることを検出してもよい。

#### 【0062】

本実施形態の電子ビーム露光装置によれば、反射電子検出器の不良を検出する試験をソフトウェアにより簡易に行うことができる。そのため、電子ビーム露光装置の動作を停止させることなく、頻繁に定期的な試験を行うことができる。また、複数の反射電子検出器のうち 1 つの反射電子検出器が故障した場合であっても、理想値や許容値を調節することによって反射電子検出器の故障を確実に検出することができる。したがって、電子ビーム露光装置は、反射電子検出器を用いて、電子ビームの照射位置の校正、ウェハに形成されたパターン幅の測定等を正確に行うことができる。

#### 【0063】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更又は改良を加

えることができる。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

#### 【 0 0 6 4 】

##### 【発明の効果】

上記説明から明らかなように、本発明によれば、簡易に反射電子検出器の不良を検出できる電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、及び不良検出方法を提供できる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

電子ビーム露光装置 1 0 0 の構成の一例を示す図である。

##### 【図 2】

電子検出部 4 5、反射電子処理部 9 0、及び統括制御部 1 3 0 の構成の一例を示す図である。

##### 【図 3】

不良検出部 1 3 2 の検出結果の一例を示す図である。

##### 【図 4】

不良検出部 1 3 2 の検出結果の一例を示す図である。

##### 【図 5】

反射電子検出器の不良検出方法の一例のフローを示す図である。

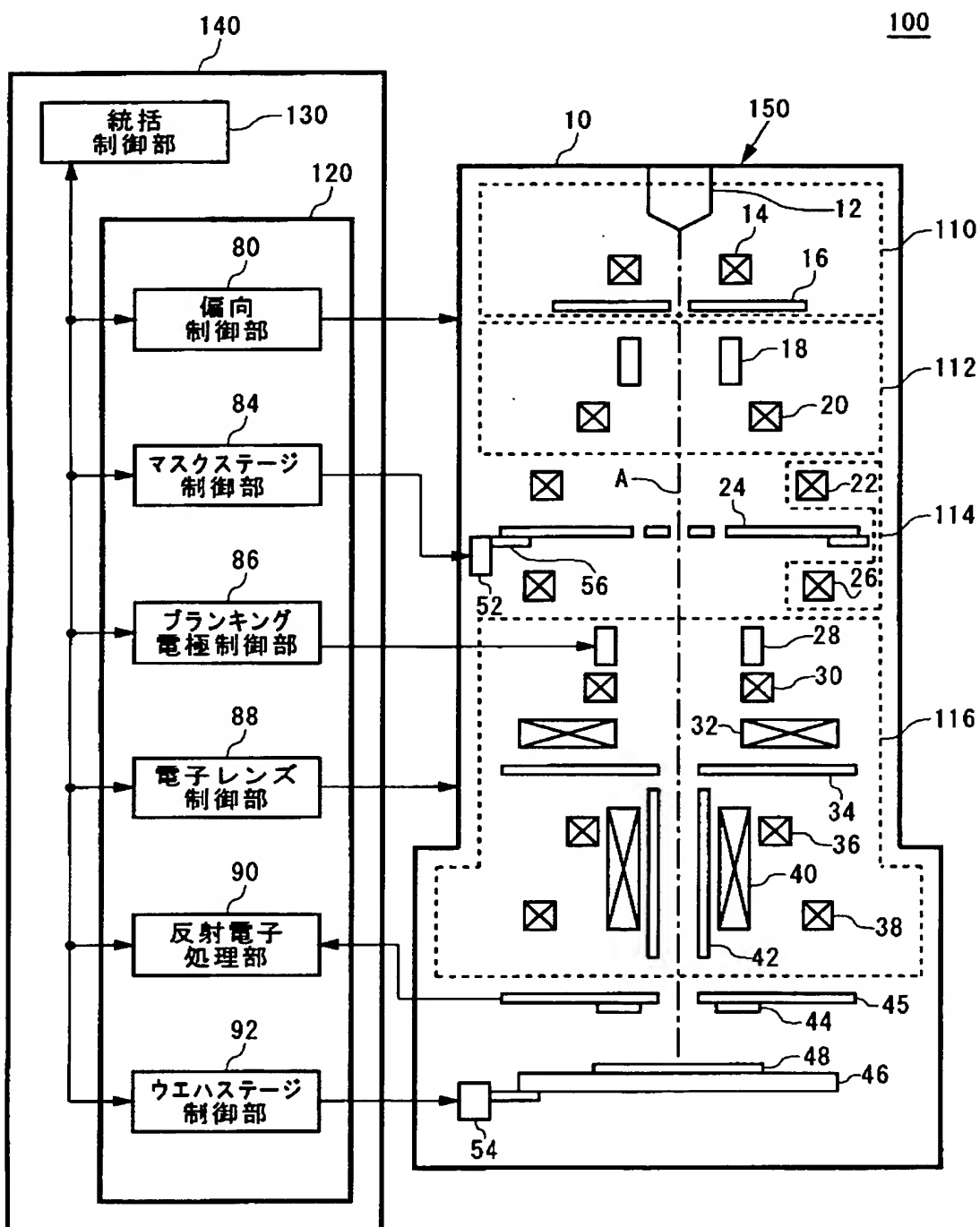
##### 【符号の説明】

1 0 . . . 鏡筒、1 2 . . . 電子銃、1 4 . . . 第 1 電子レンズ、1 6 . . . スリット部、1 8 . . . 偏向器、2 0 . . . 第 2 電子レンズ、2 2 . . . 第 3 電子レンズ、2 4 . . . マスク、2 6 . . . 第 4 電子レンズ、2 8 . . . ブランキン  
グ電極、3 0 . . . 第 5 電子レンズ、3 2 . . . 第 6 電子レンズ、3 4 . . . ラ  
ウンドアパーチャ部、3 6 . . . 第 7 電子レンズ、3 8 . . . 第 8 電子レンズ、  
4 0 . . . 主偏向器、4 2 . . . 副偏向器、4 4 . . . 反射電子検出器、4 5 .  
. . . 電子検出部、4 6 . . . ウェハステージ、4 8 . . . ウェハ、5 2 . . . マ  
スクステージ駆動部、5 4 . . . ウェハステージ駆動部、5 6 . . . マスクステ  
ージ、8 0 . . . 偏向制御部、8 4 . . . マスクステージ制御部、8 6 . . .

ブランキング電極制御部、88・・・電子レンズ制御部、90・・・反射電子処理部、92・・・ウェハステージ制御部、100・・・電子ビーム露光装置、110・・・電子ビーム照射系、112・・・マスク用投影系、114・・・焦点調整レンズ系、116・・・ウェハ用投影系、120・・・個別制御部、130・・・統括制御部、132・・・不良検出部、134・・・理想値格納部、136・・・許容値格納部、140・・・制御系、150・・・露光部、200・・・I V 変換器、202・・・加算器、204・・・増幅器、206・・・減衰部、208・・・加算器、210・・・信号処理部

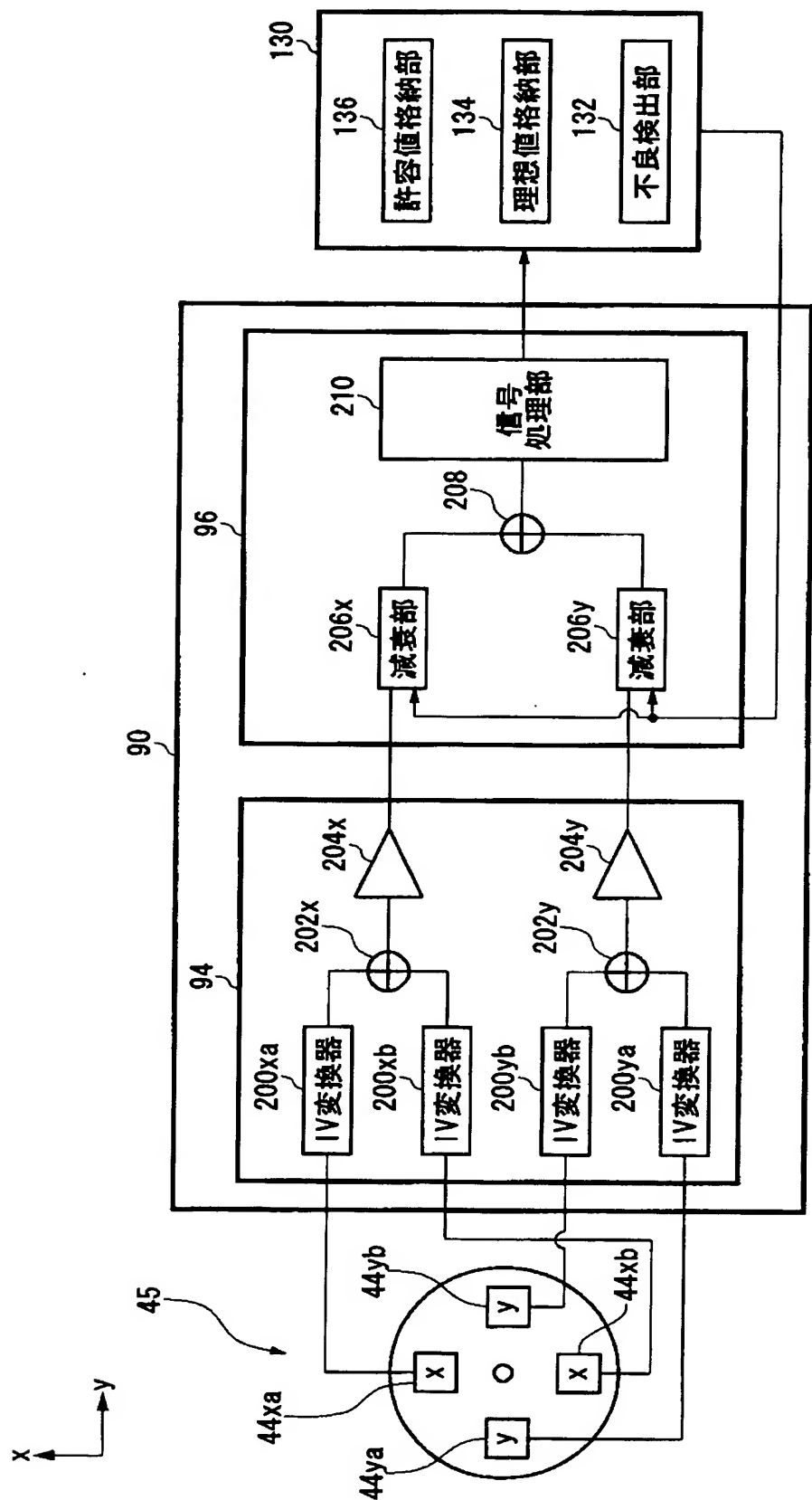
【書類名】 図面

【図 1】



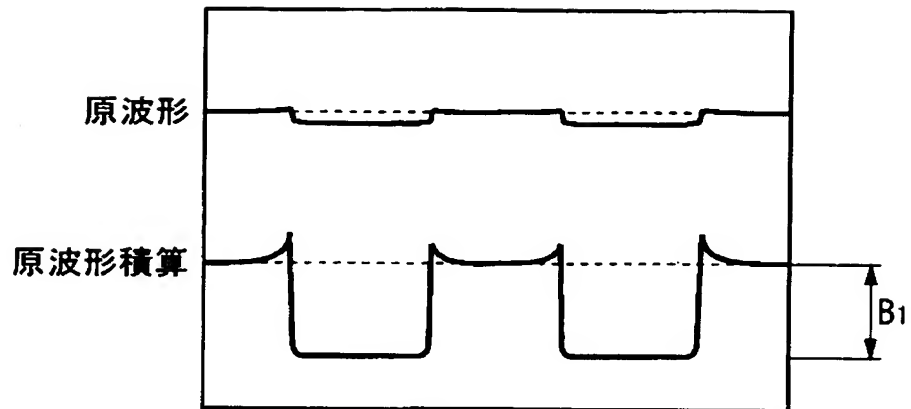


【図 2】

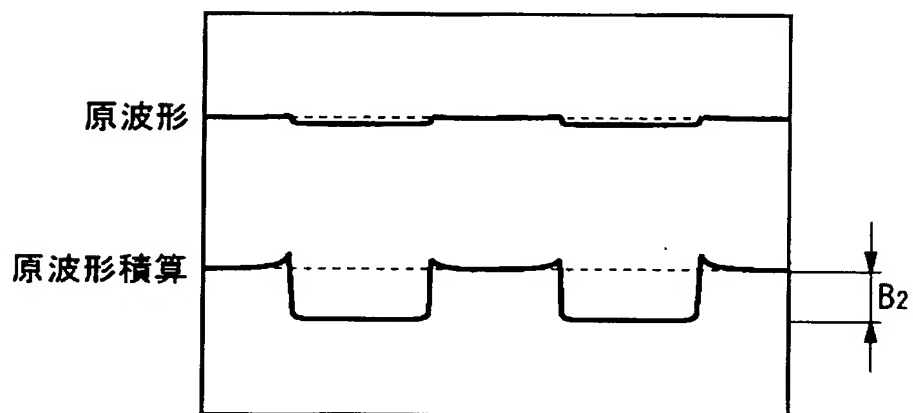


【図 3】

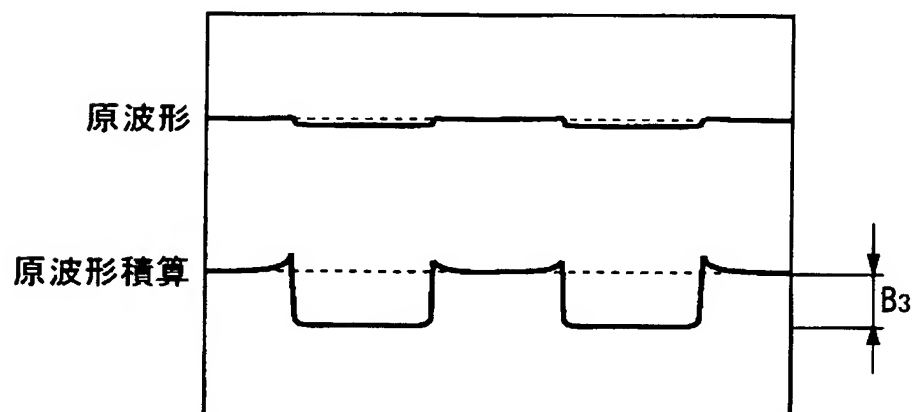
(a)



(b)

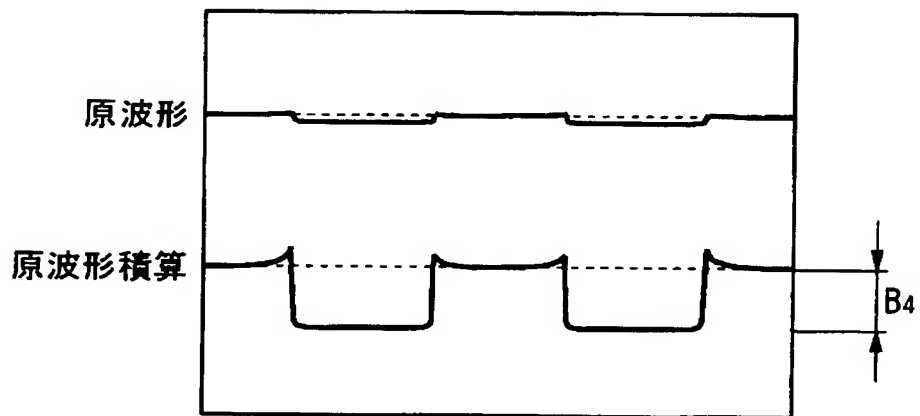


(c)

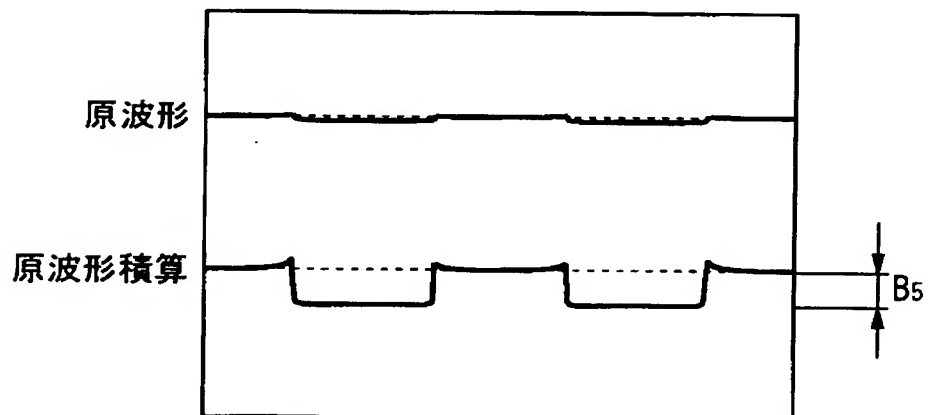


【図 4】

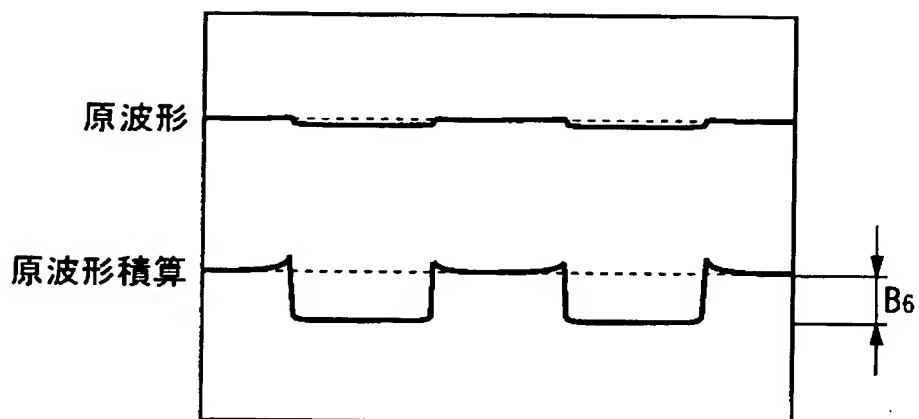
(a)



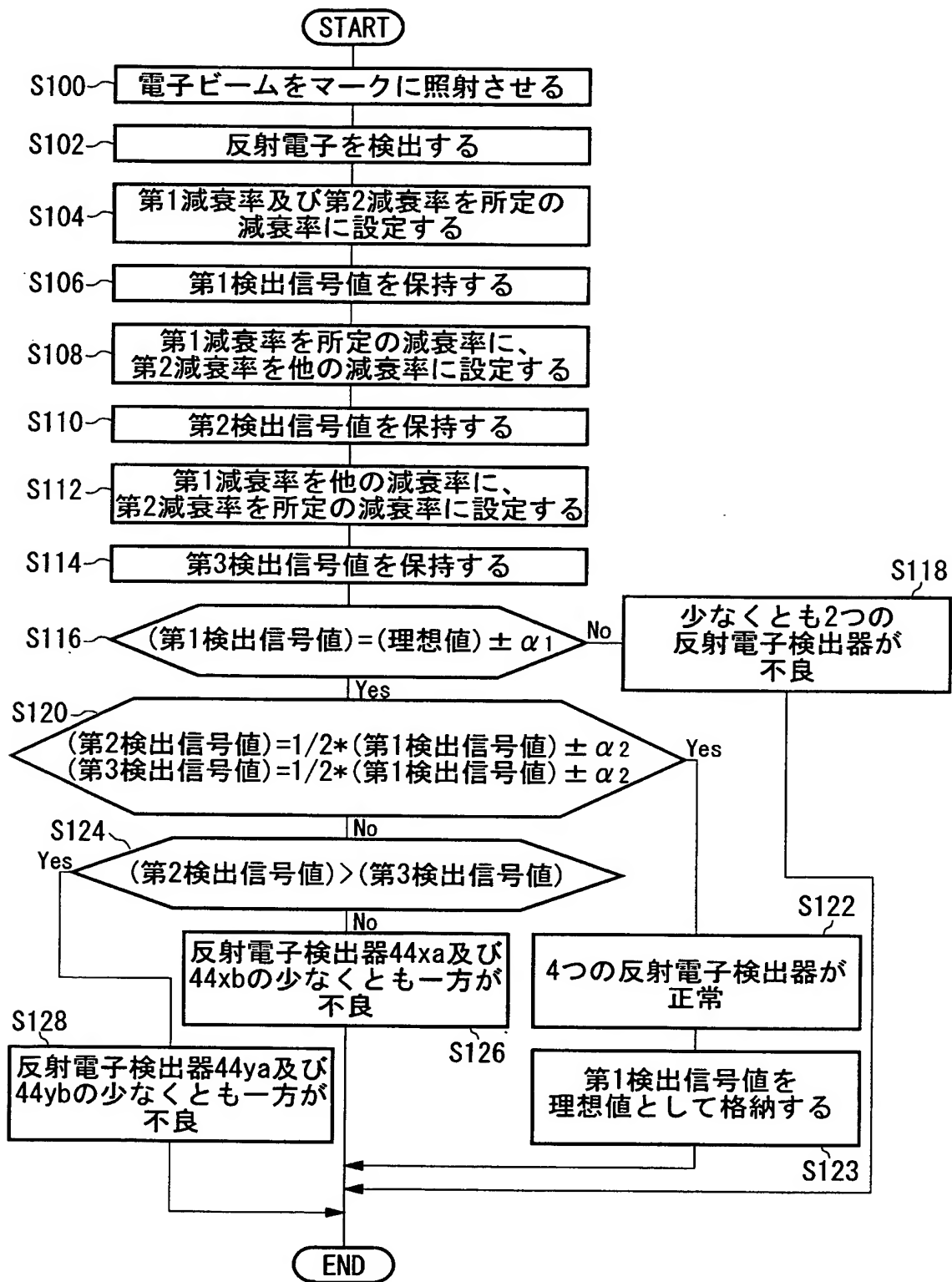
(b)



(c)



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易に反射電子検出器の不良を検出できる電子ビーム照射装置を提供する。

【解決手段】 電子ビームを対象物に照射する電子ビーム照射装置であって、電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、電子ビームがマークに照射されることにより発生する反射電子を検出する複数の反射電子検出器と、複数の反射電子検出器が検出した反射電子の電子量を示す信号値を減衰させる複数の減衰部と、複数の減衰部の減衰率を変化させた場合の、複数の減衰部がそれぞれ減衰させた信号値に基づいて、複数の反射電子検出器の不良を検出する不良検出部とを備える。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 2 - 3 1 3 4 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 0 5 1 7 5 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト